Roches

INTRODUCTION

Selon le «Comité de Mécanique des Roches, National Academy of Sciences» la mécanique des roches est la science théorique et appliquée concernant le comportement physique des roches soumises à des contraintes de différentes origines. En général, la mécanique des roches est concernée dans le cadre de l'étude de travaux souterrains tels que tunnels, de carrières à ciel ouvert ou de fondations de barrages.

Lorsqu'un échantillon de roche est soumis à certaines contraintes en laboratoire, le diagramme contrainte/déformation peut comporter des non-linéarités pour de très faibles contraintes, hystérésis, anisotropie, conditions de fluage, etc. Ces phénomènes peuvent se traduire mathématiquement.

Sommaire

45

Mécanique des roches

Echantillonnage et préparation d'éprouvettes 168
Essais de résistance et déformation 171
Systèmes automatiques d'essais 172
Module élastique et résistance d'éprouvettes de roche en essai uniaxial ou triaxial 173
Cellules de Hoek pour essais triaxiaux 175
Systèmes d'essais automatiques et semi-automatiques . . . 178
Essais de classification 180
Essais de traction par fendage 180
Essais de résistance à l'immersion 180
Perméabilité des roches 181
Comportement des joints 182
Mesure de la résistance au cisaillement 183
Etat de surface. Conformateur de profil 183
Tilt test 183
Indice de résistance 184
Indice de résistance. Scléromètre pour roches 184

Echantillonnage de roches / Préparation d'éprouvettes

Marteaux / Machine à scier et araser

MARTEAUX DE GÉOLOGUE

Pour une identification préliminaire des roches.

■ 45-D1710

Modèle masse et pointe
Entièrement poli, poignée cuir.

Poids: 650 g

■ 45-D1711

Modèle masse et burin
Entièrement poli, poignée vinyle

Poids: 550 g

■ 45-D0529

Kit de dureté Mohs.

45-D1710, 45-D1711

45-D0529

MACHINE À SCIER ET ARASER LES ÉPROUVETTES

■ 45-D0536

Machine à scier et araser les éprouvettes, avec arrosage.
230 V, 50 Hz, 1 ph.

■ 45-D0536/Z

Idem que ci-dessus, mais 110 V, 60 Hz, 1 ph.

■ 45-D0536/Y

Idem que ci-dessus, mais 220 V, 60 Hz, 1 ph.

NORME
ASTM D4543

Description générale et spécifications

Permet d'obtenir des éprouvettes de roches parfaitement usinées (cubes, prismes, etc.) à partir de carottes ou blocs irréguliers. Elle est équipée d'un dispositif de fixation pour blocs de dimensions maxi. 70x140 mm. Un autre dispositif en "V" permet de couper parallèlement ou à l'équerre des carottes jusqu'à dia. 75x140 mm.
Des éprouvettes de longueur supérieure peuvent être obtenues en retournant l'éprouvette lors de l'usinage. La machine est équipée d'un circuit d'arrosage. Les disques abrasifs et la pompe d'arrosage devront être commandés séparément.

Puissance : 1100 W
Vitesse de rotation : 3000 tr/min
Dimensions : 730x1050x590 mm
Poids : 100 kg

- **Utilisable pour arasage et rectification de surface**
- **Permet l'obtention d'éprouvettes cubiques à partir de blocs irréguliers**
- **Couvercle transparent de protection CE**

45-D0536 avec 45-D0536/4

Accessoires

◤ 45-D0536/1
Pompe d'arrosage avec réservoir. 230 V, 50 Hz, 1 ph

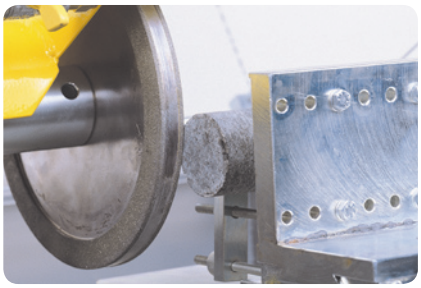
◤ 45-D0536/1Z
Idem que ci-dessus, mais 110 V, 60 Hz, 1 ph.

◤ 45-D0536/1Y
Idem que ci-dessus, mais 220 V, 60 Hz, 1 ph.

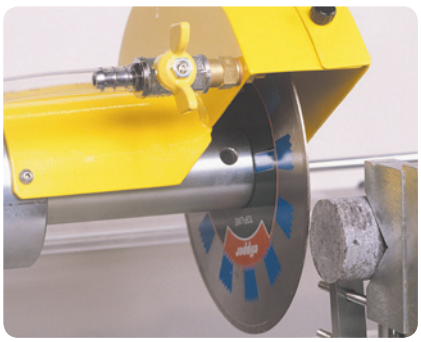
◤ 45-D0536/2
Disque abrasif dia. 230 mm x épaisseur 2.5 mm. Surface de coupe maxi. 110x70 mm

◤ 45-D0536/3
Disque abrasif à double face dia. 205 mm x épaisseur 16 mm. Utilisé pour finition des faces parallèles et perpendiculaires à l'axe

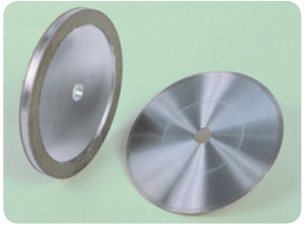
◤ 45-D0536/4
Dispositif de fixation de blocs irréguliers dim. maxi. 57x104x102 mm et carottes dia. 15 à 60 mm



Détail de la machine 45-D0536 avec disque abrasif double face lors de la rectification de la surface d'une extrémité d'éprouvette cylindrique



Détail de la machine 45-D0536 avec disque abrasif 45-D0536/2 en opération



45-D0536/3, 45-D0536/2

Echantillonnage de roches / Préparation d'éprouvettes

Scies / Carotteuses de laboratoire

SCIE

■ 45-C0210/C

Scie pour roche et maçonnerie.
380 V, 50 Hz, 3 ph.

■ 45-C0210/CZ

Idem que ci-dessus, mais 220 V, 60 Hz, 3 ph.

Description générale et spécifications

La scie pour roche et maçonnerie a été développée pour la découpe d'échantillons et d'éprouvettes de roche. Elle est fournie avec dispositif de maintien d'échantillons de forme irrégulière. Equipée d'un bâti et d'une pompe à eau. Le disque diamanté doit être commandé séparément (voir accessoires).

Puissance: 2250 W
Encombrement: 1200x800x1400 mm (sur pieds)
Poids: 125 kg

Accessoires

◤ 45-C0211/4
Disque diamanté dia. 350 mm, spécial pour roches

◤ 45-D1717
Lunettes de sécurité

45-C0210/C avec 50-C0211/1

CAROTTEUSE DE LABORATOIRE ET CAROTTIERS

■ 45-C0330

Carotteuse de laboratoire, 2 vitesses avec touret d'injection.
230 V, 50-60 Hz, 1 ph.

■ 45-C0330/Z

Idem que ci-dessus, mais 110 V, 60 Hz, 1 ph.

Description générale et spécifications

Cet appareil de laboratoire a été spécialement conçu pour carotter des éprouvettes sur des matériaux durs tels que roches ou bétons. Un dispositif de blocage permet d'immobiliser le matériau durant cette opération. Un dispositif spécial est disponible (en accessoire) pour prélever des éprouvettes à partir de carottes.
Les carottiers ne sont pas inclus.

Puissance: 1800 W
Vitesses de carottage: 1485/2720 tr/min
Gamme de carottage: dia. 8 à 60 mm
Dimensions du bac: 450x450x300 mm.
Poids: 80 kg

Accessoires

◤ 45-C0331
Dispositif de blocage pour carottes dia. 100 mm et protection transparente

◤ 45-C0343 à 45-C0346
Carottiers et adaptateurs

Modèles de carottiers

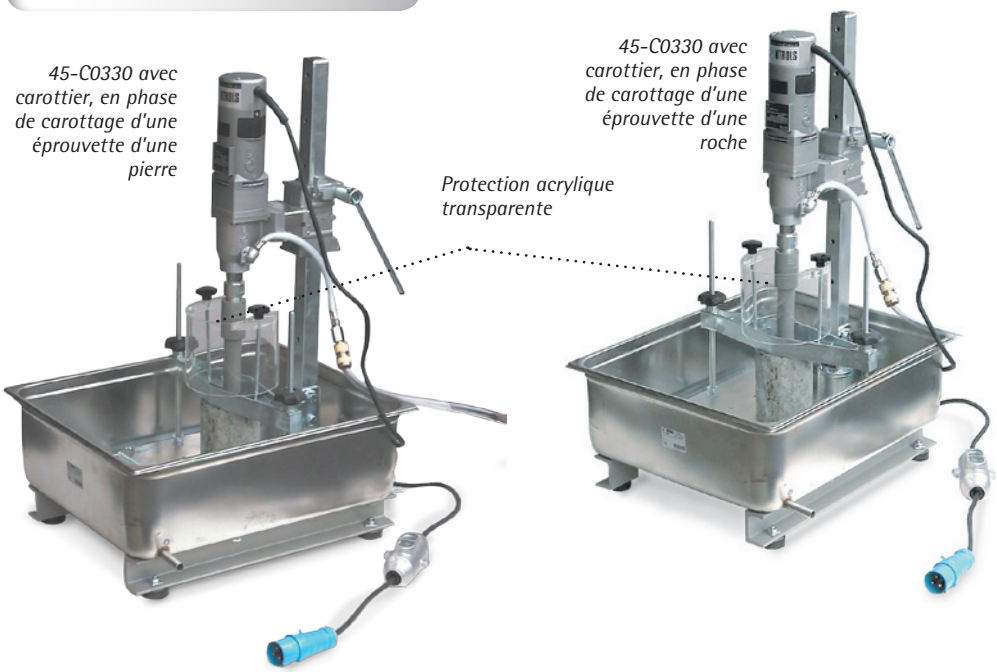
◤ Code	D.C.D.M.A.	Ø éprouvette mm	inches
45-C0343	AX	30.10	1.185
45-C0344	1.5 in.	38.10	1.500
45-C0345	BX	42.04	1.655
45-C0346	NX	54.74	2.155

45-C0331

45-C0330 avec carottier, en phase de carottage d'une éprouvette d'une pierre

Protection acrylique transparente

45-C0330 avec carottier, en phase de carottage d'une éprouvette d'une roche



Préparation d'éprouvettes

Préparation des éprouvettes / Vérification dimensionnelle

RECTIFICATION DES ÉPROUVETTES

NORMES
EN 12390-2, ASTM D4543

■ 55-C0201/B
Rectifieuse pour éprouvettes.
220-380 V, 50 Hz, 3 ph.

■ 55-C0201/BZ
Idem que ci-dessus, mais 220 V, 60 Hz, 3 ph.

Description générale et spécifications

Pour la rectification d'éprouvettes en béton, roche, céramique, etc.
Les cubes ou cylindres peuvent être bridés sur la table. Le déplacement radial de la tête abrasive dia. 330 mm dans les deux directions est réalisé soit manuellement, soit en automatique ; la seule opération manuelle consiste à agir sur la manivelle supérieure pour descente de la tête abrasive. La rectifieuse est pourvue d'une protection anti-arrosage, d'un bac de décantation avec pompe, d'un jeu de secteurs abrasifs et livrée avec un manuel d'instructions. La meule peut être équipée avec des secteurs diamantés (voir accessoires). Des dispositifs de fixation de cubes de 100, 150 et 200 mm ou de cylindres sont également disponibles (voir accessoires). Le dispositif 45-D0534/B permettant la rectification d'extrémités d'éprouvettes peut être aisément monté sur la machine.

Spécifications générales

Dimensions de la table: 775x280 mm
Diamètre de la tête de rectification: 330 mm
Espacement vertical maxi.: 350 mm
Espacement vertical mini.: 145 mm
Dim. maxi. des éprouvettes: cubes de 200 mm et cylindres dia. 160x320 mm
Vitesses de rotation de la meule: 1400 tr/mn
Déplacement radial bi-directionnel automatique
Protection frontale avec interrupteur de sécurité
Puissance moteur de broche: 1900 W
Puissance moteur d'avance: 110 W
Puissance pompe: 100 W
Puissance totale: 2200 W
Encombrement: 1200x1020x1640 mm (lxpxh)
Poids: 350 kg

55-C0201/B

Accessoires et pièces de rechange

- **55-C0201/B2** Jeu de 10 secteurs diamantés
- **55-C0201/B3** Accessoire pour connexion aspirateur
- **55-C0201/B4** Dispositif de fixation pour cylindres 100x200 mm à 160x320 mm.
- **55-C0201/B5** Dispositif de fixation pour cylindres de 50 à 100 mm

■ 45-D0534/B
Etau pour surfaçage d'éprouvette

Description générale et spécifications

Pour un surfaçage plan et parallèle des faces d'éprouvettes carottées avec une rectifieuse (par ex. 55-C0201/B). Permet de maintenir 4 éprouvettes d'un diamètre 20 à 55 mm. Peut être monté sur la plupart des rectifieuses avec ou sans fixation magnétique.

Poids: 6 kg

45-D0534/B

VERIFICATION DIMENSIONNELLE D'EPROUVETTES

NORMES
ASTM D4543, ISRM

■ 45-D0539
Appareil de vérification d'éprouvettes de roches

45-D0539 avec comparateur supplémentaire 82-D1250

Description générale et spécifications

Permet la vérification dimensionnelle et de forme d'éprouvettes cylindriques de dimensions maximales dia. 50 mm x longueur 100 mm. La rectitude de la génératrice peut être aisément vérifiée avec le comparateur ainsi que la planéité et la verticalité des faces latérales, et ce, en déplaçant le comparateur articulé.
L'appareil comporte un support de base à colonne et fixation ajustable de comparateur, un comparateur 5x0.001 mm, un bloc support en "V", un support magnétique de comparateur articulé et des pastilles magnétiques de fixation du "V" sur le support de base.

Dimensions du support de base: 135x170x250 mm
Hauteur colonne : 200 mm
Dimensions du bloc support en "V": 45x45x100 mm
Comparateur: 5x0.001 mm
Poids: 8 kg

Accessoire et pièce de rechange

- **82-D1250** Comparateur 5x0.001 mm

Résistance et déformation

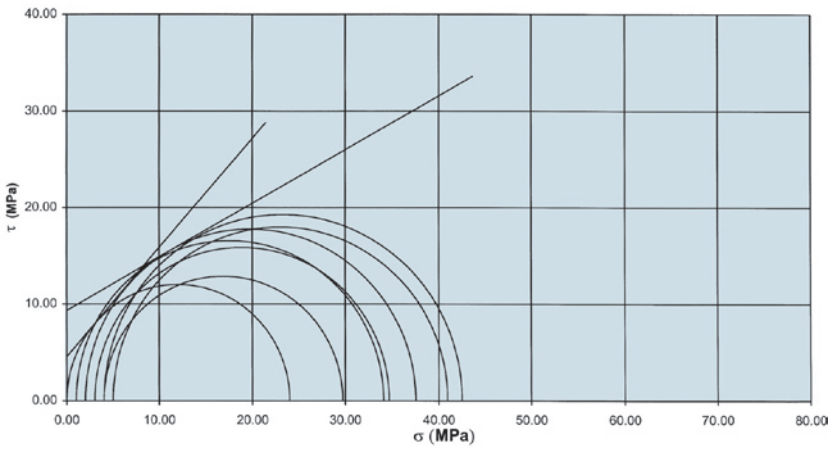
Essai uniaxial et triaxial

Essais de résistance et de déformation

La plupart des informations obtenues par des essais de laboratoire sont relatives aux caractéristiques de résistance et de déformation des matériaux testés.
Les essais généralement exécutés sur éprouvettes cylindriques de roches sont les suivants:

- **Evaluation de la résistance et de la déformation en compression uniaxiale**
- **Evaluation de la résistance et de la déformation en chargement triaxial.**

Essai triaxial sur roche avec mesure des déformations axiales
Exemple type d'enveloppe de rupture (diagramme τ vs. σ)



ESSAI UNIAXIAL

NORMES

ASTM D3148, D2938
ISRM: Méthodes suggérées pour la détermination de la résistance et de la déformation de roches soumises à une compression uniaxiale

Dans l'essai uniaxial, une charge croissante entre 0.5 et 1.0 Mpa/s est appliquée à déformation constante. Les déformations axiales et radiales sont mesurées avec une grande précision (environ $5x10^{-6}$). On effectue également des cycles de chargement/déchargement pour évaluer les propriétés de compressibilité.

ESSAI TRIAXIAL

NORMES

ASTM D2664, D5407
ISRM: Méthodes suggérées pour la détermination de la résistance de roches en chargement triaxial

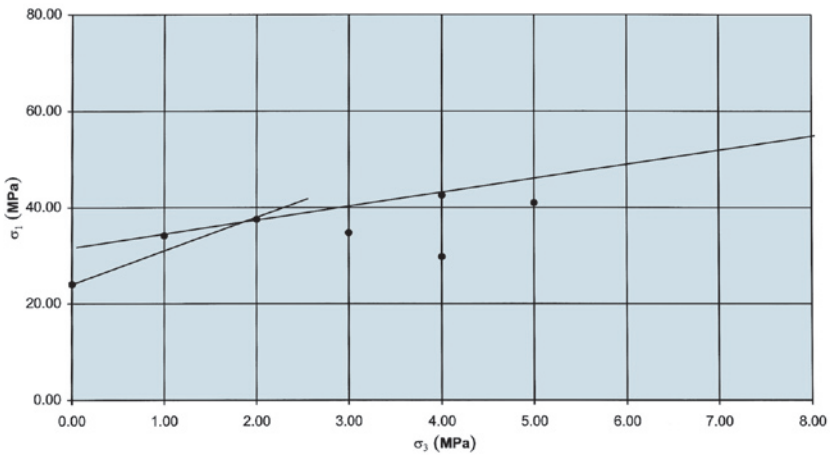
Dans l'essai triaxial, une éprouvette cylindrique logée dans une membrane caoutchouc étanche est placée dans une cellule triaxiale et soumise à une pression isotrope (généralement entre 5 et 60 Mpa) maintenue constante. Une charge axiale est ensuite appliquée; l'essai et les mesures sont réalisés comme pour l'essai uniaxial.

Les mesures d'essai permettent de déduire les informations suivantes :

- **Relation contrainte/déformation axiale et radiale**
- **Contrainte maxi ou de rupture**
- **Module tangent et module d'Young sécant mesuré sur courbe contrainte/déformation axiale**
- **Relation déformation radiale/déformation axiale pour obtention coefficient de Poisson**
- **Contrainte maxi/pression appliquée (en essai triaxial) pour définir l'enveloppe de rupture et les propriétés correspondantes (cohésion et friction).**

Un autre paramètre important recherché en essai triaxial concerne les caractéristiques de perméabilité des roches et leur comportement face à une pression importante d'eau, en particulier dans le cadre des études de fondations de barrages et en général de travaux souterrains et tunnels.

Essai triaxial sur roche avec mesure des déformations axiales
Exemple type d'enveloppe de contrainte maxi. (diagramme τ vs. σ)



Systèmes automatiques d'essais

Module élastique et résistance d'éprouvettes de roches soumises à essai uniaxial ou triaxial

Bâti 50-C5902/FR avec cellule de Hoek, console 50-C9842 ADVANTEST 9, console 45-C7022/S SERCOMP 7 et cabinet pour PC 86-D2999

Caractéristiques principales du système complet

- Réalisation Automatique d'Essais de compression en Uniaxial ou Triaxial
- Asservissement P.I.D. à boucle fermée
- Pilotage jusqu'à 4 bâtis hydrauliques
- Réalisation d'essais en contrôle de :
  - Charge/Contrainte
  - Déplacement
  - Déformation
- Facilité d'accès aux mesures mémorisées en temps réel, graphiques ou numériques : charge axiale et déplacement, pression cellulaire, déformation axiale et horizontale
- Contrôle automatique de la pression cellulaire pour essais triaxiaux
- Particulièrement indiqué pour investigation concernant le comportement à la rupture des roches (essais à déplacement contrôlé)
- Possibilité de modification des paramétrages en temps réel, incluant la méthode de contrôle (charge, déplacement ou déformation)

MODULE ÉLASTIQUE ET RÉSISTANCE D'ÉPROUVETTES DE ROCHES SOUMISES À ESSAI UNIAXIAL OU TRIAXIAL

NORMES

ASTM D2664, D2938, D3148, D5407,
Méthodes suggérées ISRM

Introduction

Les systèmes d'essais automatiques Controls sont conçus pour la réalisation d'essais sur tout type de roche, de la sablonneuse à la basaltique de haute résistance. Le système d'essai complet comportera les équipements suivants :

- **Console de commande servohydraulique** pour application de la charge en conformité avec les normes (voir ADVANTEST code 50-C9842)
- **Bâti d'essai de haute rigidité** à choisir selon dimensions de l'éprouvette et résistance estimée (voir bâtis 50-C4600/FR à 50-C6600/FR page 238)
- **Console de commande servohydraulique pour pression latérale** (Voir SERCOMP 7 code 45-C7022/S).
  Cette unité, dérivée de la console standard SERCOMP 7 50-C7022, a été conçue spécialement pour essais sur roches (du type Triaxial seulement)
- Cellule triaxiale de Hoek selon taille d'éprouvette souhaitée (pour essai Triaxial seulement)
- Jauges de contrainte et accessoires
- Logiciel d'essai.

Principe opératoire

Les normes de référence ci-dessus demandent une application constante et sans à-coups de la charge afin que la déformation soit régulière et que la rupture intervienne après 5-10 minutes de chargement ou que la cadence de mise en charge soit de l'ordre de 0.5 – 1.0 Mpa/sec. En essai triaxial, un système de mise en pression devra permettre de maintenir une pression latérale constante à +/- 1 % durant tout l'essai. Notre nouveau système a été conçu pour répondre strictement aux spécifications rigoureuses de ces procédures d'essai. L'ADVANTEST 9 comporte une unité servocommandée à microprocesseur et les essais uniaxiaux ou triaxiaux pourront être réalisés avec des paramètres de contrainte, de déplacement ou de déformation précis et stables. Le SERCOMP 7 assure le contrôle et le respect de la pression cellulaire selon les normes.
Les mesures de déformation sont réalisées avec des jauges de contrainte axiales et radiales, directement appliquées sur la surface de l'éprouvette, permettant une analyse de grande précision de la relation contrainte/déformation, du module élastique et du coefficient de Poisson tout au long de l'essai.
Les valeurs de charge axiale et de pression cellulaire sont également relevées avec des cellules de charge et/ou des capteurs de pression avec un haut degré de sensibilité et de précision.
Les données d'essais sont affichées graphiquement en temps réel et mémorisées en fichiers ASCII pour analyse ultérieure avec logiciels spécifiques.

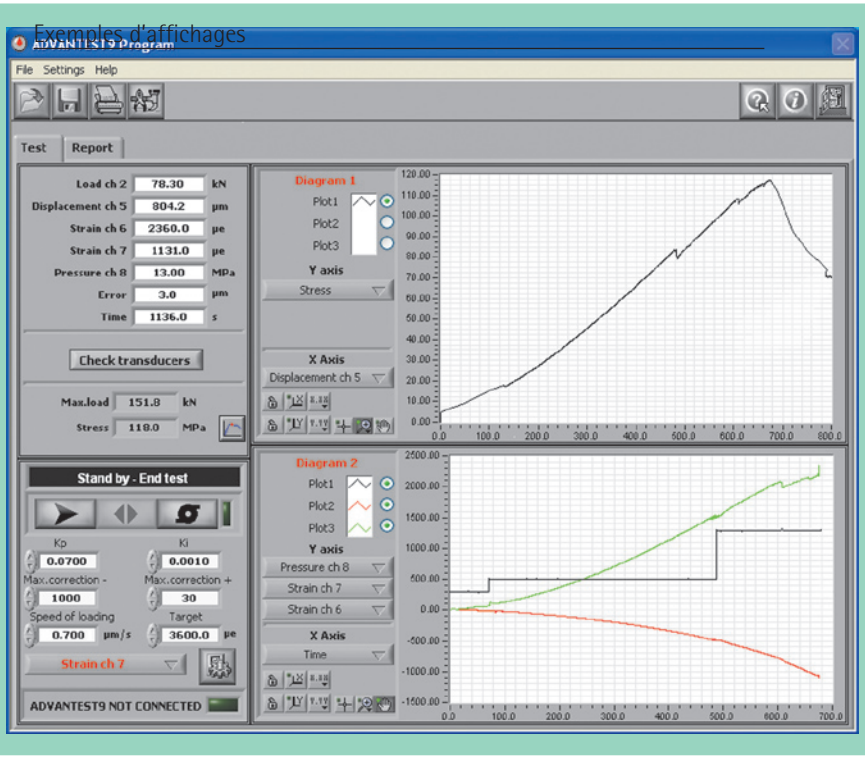
NOTE

Pour une liste complète d'équipements suggérés pour réalisation d'essais uniaxiaux ou triaxiaux, vous référer au tableau page 177

Systèmes automatiques d'essais

Module élastique et résistance d'éprouvettes de roches soumises à essai uniaxial ou triaxial

Exemples d'affichages



Essai triaxial sur éprouvette de roche avec mesures charge axiale, déformations axiales et radiales et pression de confinement

Spécifications générales des consoles SERCOMP 7 et ADVANTEST 9

(Pour plus de détails, vous référer en page 241 et 247)

	Sercomp 7 45-C7022/S	Advantest 9 50-C9842
Pilotage	2 bâtis	4 bâtis
Puissance W	750	750
Pression de travail maxi. bar	600	700
Asservissement	PID à boucle fermée	PID à boucle fermée
Résolution	jusqu'à 1/65000	jusqu'à 1/262000
Alimentation	230 V, 50-60 Hz, 1 ph ou 110 V, 60 Hz, 1 ph (à spécifier)	230 V, 50-60 Hz, 1 ph ou 110 V, 60 Hz, 1 ph (à spécifier)
Dimensions mm (lxpxh)	470x410x1000	470x410x1000 + PC
Poids kg	120	140 (incluant PC et imprimante livrés avec l'unité)

NOTE

Les consoles SERCOMP 7 et ADVANTEST 9 peuvent respectivement piloter de 2 à 4 bâtis de chargement pour compression et/ou de flexion sur ciment et béton (voir page 241 et 247)

Eprouvette de roche équipée de jauges de contrainte

ADVANTEST 9:

SYSTEME D'ESSAI SOPHISTIQUÉ POUR ESSAIS STANDARD ET AUTOMATIQUES SUR MATERIAUX DE CONSTRUCTION

- Asservissement P.I.D. à boucle fermée
- Permet de piloter jusqu'à 4 bâtis hydrauliques différents
- Possibilité de réalisation d'essais en contrôle de :
  - Charge/contrainte
  - Déplacement
  - Déformation
- Pour connexion à capteurs de pression, cellules de charge, capteurs de déplacement et de déformation
- Particulièrement indiqué pour essais de Déformabilité et de Ductilité (à déplacement contrôlé) de :
  - Roches
  - Béton renforcé à fibres
  - Béton projeté
  - Béton à fibres polymères
- Versatile : peut contrôler des bâtis de faible capacité et jusqu'à 5000 kN
- Excellent rapport Qualité – Performance/Prix

Le système est décrit de façon détaillée en page 247.

Système automatiques d'essais

Module élastique et résistance d'éprouvettes de roches soumises à essai uniaxial ou triaxial (suite)

ESSAIS UNIAXIAL ET TRIAXIAL: LOGICIEL D'ESSAI

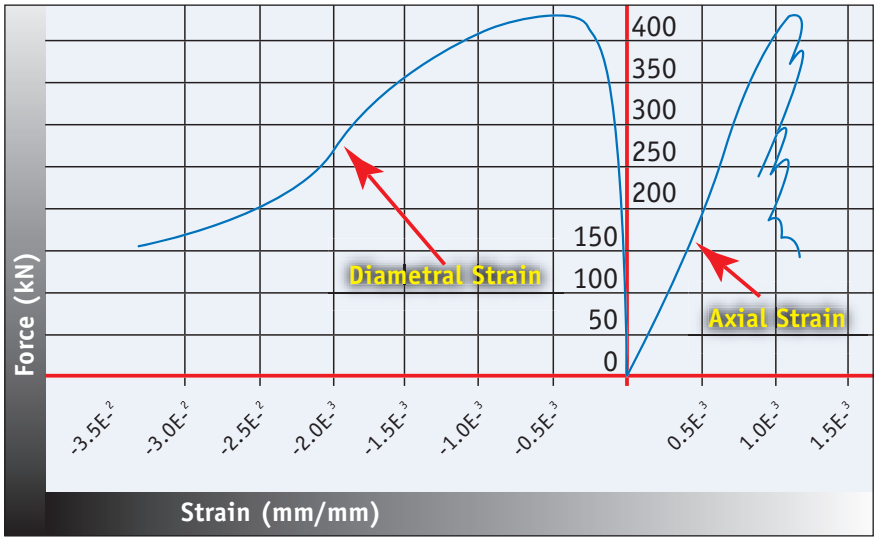
- Programmation de rampes charge/déplacement/déformation et cycles
- Diagrammes en temps réel de :
  - Contrainte, déplacement, déformation simple ou moyenne / temps
  - Contrainte/déplacement
  - Contrainte/déformation
  - Affichage de plusieurs diagrammes.
- Affichage en temps réel des données mémorisées :
  - Contrainte et déplacement
  - Pression cellulaire (en essai triaxial)
  - Déformation axiale ou radiale (simple ou moyenne).
- Procédures simples d'étalonnage et de contrôle
- Mémorisation des données en fichiers ASCII
- Accès direct durant l'essai à la liste des données mémorisées depuis le début de l'essai
- Possibilité d'interruption de l'essai, de modification des paramètres et de reprise d'essai avec les nouveaux paramètres.

Traitement et Impression

Nous proposons deux macros Excell qui permettent à partir des mesures relevées avec l'ADVANTEST 9 de traiter :

- Essai uniaxial
- Analyse Contrainte/déformation
- Courbe Coefficient de Poisson/déformation
- Calcul module sécant et tangent.
- Essai triaxial
- Analyse Contrainte/déformation
- Courbe Coefficient de Poisson/déformation
- Analyse enveloppe de rupture.

ESSAI UNIAXIAL

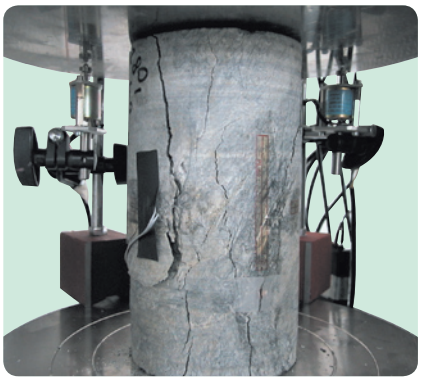


Essai uniaxial : l'essai est réalisé sur un cylindre de roche avec jauges de mesure de déformation verticale et diamétrale.

Essai Uniaxial : Détail d'une éprouvette de roche avec jauges de contrainte

Essai Uniaxial : exemple d'impression

ε_1 με	ε_3 με	P kN	$\sigma_1 - \sigma_3$ MPa	ν -
1729	74	219.30	95.05	0.043
1858	101	239.53	103.82	0.054
1967	122	246.65	106.90	0.062
1968	128	253.55	108.89	0.065
2109	156	261.13	113.18	0.074
2216	158	273.78	118.66	0.071
2345	194	291.48	126.33	0.083
[illegible]	225	302.97	131.31	0.091
	236	314.69	136.40	0.094
		316.30	137.09	0.099
		329.64	142.87	0.105
			148.25	0.110
				0.111
				0.116
				118



Essai Uniaxial sur éprouvette de roche, montrant des fissures verticales caractéristiques

Système automatiques d'essais

Module élastique et résistance d'éprouvettes de roche soumises à essai uniaxial ou triaxial (suite)

ESSAI TRIAXIAL

La pression latérale est incrémentée par pas de programmation et la charge axiale correspondante déterminée. En substance, le point de rupture est continuellement déplacé par la variation de pression latérale.

CELLULES DE HOEK POUR ESSAIS TRIAXIAUX

Description générale et spécifications

Les cellules de Hoek sont proposées en 4 modèles de tailles différentes ; chacune comporte :
- Un corps de cellule (1) avec deux connexions étanches pour l'introduction d'huile hydraulique et application de la pression et pour l'évacuation d'air et la saturation.
- Deux couvercles (2) vissés sur le corps cylindrique de la cellule.
- Pistons de chargement supérieur (3) et inférieur (4) à siège sphérique
- Deux sièges sphériques concaves (5) connectés aux pistons (3) et (4) pour application uniforme de la charge axiale sur l'éprouvette avec une presse de compression.
- Une membrane étanche en caoutchouc (6) isolant l'éprouvette du fluide de cellule.

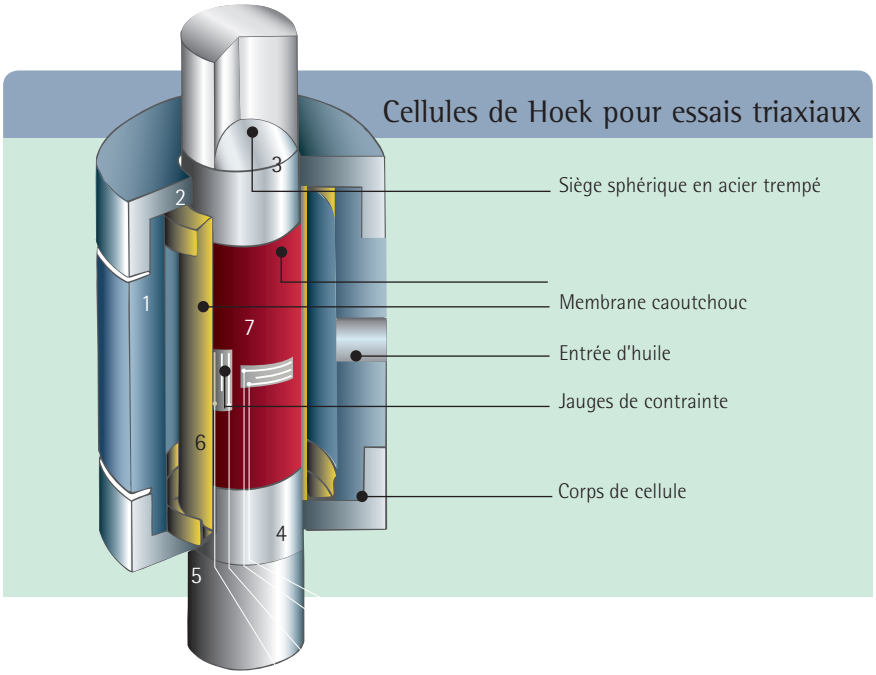
Bien que chaque membrane puisse être réutilisée, une commande de 5 membranes de rechange est conseillée (voir accessoires). Les mesures de déformation axiale et radiale sont effectuées avec des jauges de contrainte (7) collées verticalement et en circonférence de l'éprouvette. Les fils de liaison électrique seront positionnés à l'intérieur de la membrane et traverseront le corps de cellule et le piston de chargement. Les jauges de contrainte devront être connectées à une unité électronique (voir 82-P0398) de compensation de pont de Wheatstone. Les mesures réalisées avec les jauges de contrainte pourront être effectuées avec des systèmes d'essais automatiques décrits en page 172 ou par une unité de lecture décrite en page 178. Les pressions cellulaires et de saturation pour essais de perméabilité sont obtenues grâce à des équipements adéquats (vous référer en page 181).

Accessoires

45-D0556/A (1)
Paire d'appuis de répartition uniforme de la charge

45-D0556/B (1)
Cale d'espacement pour machine de compression

45-D0556/H
Maintien cellule Hoek



Cellules de Hoek

Code	D.C.D.M.A. référence	Dim. éprouvette d x h (mm)	Poids (kg)	Hauteur totale(1) (mm)
45-D0553	AX	30.10 x 60	2.50	213
45-D0554	1.5 in.	38.10 x 75	4.00	264
45-D0555	BX	42.04 x 85	6.50	263
45-D0556	NX	54.74 x 100	13.00	304

(1) Eprouvette plus pistons de chargement et sièges sphériques

Cellules de Hoek pour essais triaxiaux

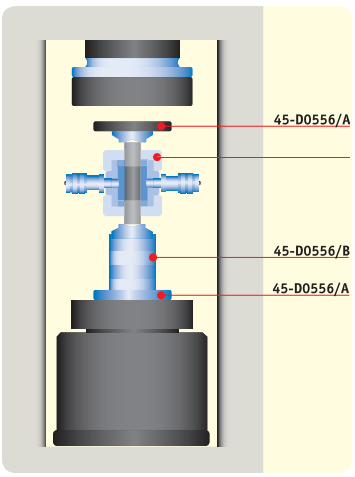
Membranes caoutchouc de rechange

Code	D.C.D.M.A. référence	Dim. éprouvette d x h (mm)
45-D0553/1	AX	30.10 x 60
45-D0554/1	1.5 in.	38.10 x 75
45-D0555/1	BX	42.04 x 85
45-D0556/1	NX	54.74 x 100

45-D0556/A, 45-D0556/B

45-D0556/H

Vous référer au schéma ci-contre pour définir le nombre de cales d'espacement en fonction de l'espacement vertical de la machine et de la hauteur de la cellule de Hoek



Vue schématique de la cellule de Hoek avec appuis de répartition charge et cales d'espacement entre plateaux de compression d'une presse

Système automatiques d'essais

Module élastique et résistance d'éprouvettes de roches soumises à essai uniaxial ou triaxial (suite)

ACCESSOIRES POUR CELLULES DE HOEK: EXTRACTEUR D'EPROUVETTE DE ROCHE

■ 45-D0577/A

Extracteur d'éprouvette

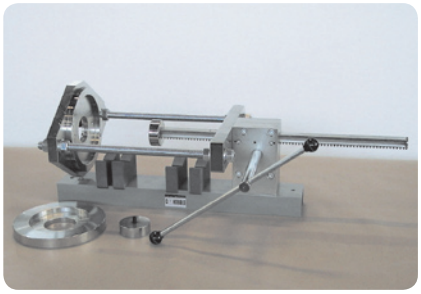
Permet l'extraction d'une éprouvette de roche de son logement sans perte du fluide de confinement. Constitué d'un bâti métallique avec mécanisme à pignon. Fourni sans adaptateur, à commander séparément. Voir adaptateurs.

Poids: 11 kg

Adaptateurs pour extracteur

Comprend plaque d'adaptation, deux supports de cellule et piston.

Code	Pour éprouvette	Pour cellule	Poids (kg)
45-D0577/1	AX	45-D0553	1.7
45-D0577/2	1.5 inch.	45-D0554	1.7
45-D0577/3	BX	45-D0555	1.5
45-D0577/4	NX	45-D0556	1.5



45-D0577/A

ACCESSOIRES POUR ESSAI UNIAXIAL

■ 45-C9034

Dispositif de compression pour éprouvettes de roches dia. 50 à 55 mm, hauteur 100 à 110 mm

NORME

ASTM D2938

Bâti à 2 colonnes équipé d'un plateau supérieur monté sur rotule et soutenu verticalement par un ressort. Le plateau inférieur est fixé sur la base.

Dimensions des plateaux :
Dia. 55 mm, épaisseur 28 mm

Dureté mini. des plateaux : 58 HRC

45-C9034

Espacement vertical : 112 mm

Hauteur totale : 250 mm approx..

Dimensions: 145 mm dia. x 250 mm

Poids: 10 kg

■ 45-C9098/D

Plateaux inférieur et supérieur pour éprouvette de roche dia. 100 mm

L'ensemble est composé d'un plateau inférieur et d'un plateau supérieur dia. 105 mm, épaisseur 55 mm, dureté 58 HRC et d'un dispositif de fixation du plateau supérieur à celui d'une presse de compression EN dia. 285 mm. Le plateau inférieur se place au centre soit sur une cale d'espacement adéquate ou au lieu du plateau standard.

Poids: net 5 kg

45-C9098/D

JAUGES DE CONTRAINTE

Résistance : 120+0,3% Ohm

Température : -20 à +80°C

■ 82-P0390

Jauges de contrainte, long. 9.53 mm. Par 10

■ 82-P0391

Jauges de contrainte, long. 20 mm. Par 10

■ 82-P0392

Jauges de contrainte, long. 30 mm. Par 10

■ 82-P0393

Jauges de contrainte, long. 60 mm. Par 10

Accessoires

■ 82-P0399/A

Kit d'application jauges

■ 82-P0398

Dispositif de compensation de ponts de Wheatstone (maxi. 4)

■ 82-P0390/1

Contacts pour jauges. 176 pièces

■ 82-P0070/3

Macro-Excel pour analyse contrainte/déformation et module d'élasticité en essai uniaxial

- Pour impression des résultats d'essai et traitement des diagrammes suivants :
- Courbes contrainte/déformation avec déformations radiales, axiales et volumiques
- Module sécant et tangent/déformation axiale
- Coefficient de Poisson/déformation axiale
- Déformation radiale/déformation axiale.

■ 82-P0070/4

Macro-Excel pour analyse contrainte/déformation et enveloppe de rupture pour essai triaxial

- Pour impression des résultats d'essai et traitement des diagrammes tels que décrits pour 82-P0070/3 plus :
- Valeurs de résistance/pressions de confinement et enveloppe de résistance
- Cercles de Mohr et enveloppe de rupture.

Système automatiques d'essais

Module élastique et résistance d'éprouvettes
de roches soumises à essai uniaxial ou triaxial (suite)

CONFIGURATION TYPE D'UN SYSTEME AUTOMATIQUE D'ESSAI UNIAXIAL ET TRIAXIAL POUR EPROUVETTES DE ROCHES

Normes de Référence: Méthode suggérée ISRM, ASTM D2664, D2938, D3148, D5407

Code	Description	Qté Uniax.	Qté Triax.
CHARGEMENT AXIAL			
50-C9842	ADVANTEST 9 – Console de commande pour application de charge	1	1
86-D2999	Cabinet pour PC (option)	1	1
50-C6600/FR	Bâti de compression EN 4000 kN (autres modèles disponibles de 2000 à 3000 kN. Voir page 238	1	1
50-C0050/CAL	Etalonnage fin pour précision classe 1 à partir de 1 % de la capacité de la presse	1	1
50-C9086	Cale d'espacement dia. 200 x 100 mm	3	1
50-C9080	Cale d'espacement dia. 200x30 mm	1	1
50-C9082	Cale d'espacement dia. 200x50 mm	2	1
Pression cellulaire			
50-C7022/S	SERCOMP 7 – Console de contrôle automatique de mise en pression constante pour cellule triaxiale	/	1
45-R0023	Connecteur 3 voies	/	1
82-P0354	Capteur de pression 700 bar	/	2
Cellule de Hoek (différentes dimensions disponibles, voir page 175. Nous proposons modèle NX)			
45-D0556	Cellule triaxiale Hoek NX 54.7 mm	/	1
45-D0556/A	Paire d'appuis de répartition de charge	/	1
45-D0556/B	Cale d'espacement	/	1
45-D0556/1	Membrane caoutchouc de rechange	/	5
45-D0577/A	Extracteur d'éprouvette	/	1
45-D0577/4	Adaptateur pour éprouvette NX	/	1
Mesures de déformation (jauges de contrainte à choisir dans liste)			
82-P0398	Dispositif de compensation de pont de Wheatstone (maxi. 4) avec ¼ ou ½ pont	1	1
82-P0399/A	Kit d'application de jauges de contrainte	1	1
82-P0390	Jauges de contrainte, grille 4.53x9.53 mm. Par 10	1	1
82-P0391	Jauges de contrainte, grille 3x20 mm. Par 10	1	1
82-P0392	Jauges de contrainte, grille 2x30 mm. Par 10	1	1
82-P0393	Jauges de contrainte, grille 1x60 mm. Par 10	1	/
82-P0070/3	Macro Excel pour analyse contrainte/déformation et module d'élasticité en essai uniaxial	1	/
82-P0070/4	Macro-Excel pour analyse contrainte/déformation et enveloppe de rupture pour essai triaxial	/	1

N O T E

En essai uniaxial sur roche haute résistance ayant tendance à exploser, utiliser des cales avec centrage fileté (rajouter suffixe /P ex. 50-C9086/P)

ACCESSOIRES PC

Cabinet pour PC

86-D2999

Cabinet pour PC.
230 V, 50 Hz, 1 ph.

Ce poste informatique est un accessoire très pratique à utiliser en laboratoire lorsqu'un PC est requis. Il permet de protéger l'ordinateur de l'air vicié ambiant pouvant exister, tel que des poussières de ciment. La filtration est assurée par deux ventilateurs à filtre. L'écran pourra être positionné sur le plateau supérieur et trois étagères coulissantes sont prévues pour recevoir clavier, souris et imprimante.

Dimensions:
500x550x915 mm (lxpxh)

Poids: 55 kg

Vue détaillée d'une éprouvette de roche équipée de jauges de contrainte

Système automatiques d'essais

Module élastique et résistance d'éprouvettes de roches soumises à essai uniaxial ou triaxial (suite)

SYSTEME D'ESSAI SEMI-AUTOMATIQUE

NORMES
ASTM D2664, D2938, D3148, D5407
Méthode suggérée ISRM

EN 14580, EN 1926

Introduction

Le module élastique et les caractéristiques de rupture d'une éprouvette de roche peuvent également être déterminés en mode semi-automatique, en combinant une machine de compression semi-automatique avec un système manuel d'application de pression latérale et autres accessoires décrits ci-dessous.
Les essais peuvent être réalisés avec les matériels suivants :
- Machine de compression de capacité suffisante (par ex. notre modèle digital 50-C5632 de 3000 kN) avec capteur de pression additionnel
- Système de mise en pression cellulaire manuel ou automatique (par ex. nos modèles 45-D0588 ou 45-C7022/S Sercomp 7)
- Systèmes de mesure contrainte et déformation par jauges de contrainte (par ex. unité Datalog 82-P0908/B avec accessoires, capteur de pression, jauges de contrainte, etc.)
- Cellule de Hoek avec cales d'espacement et plaques de chargement (par ex. 45-D0553, 45-D0556/A, 45-D0556/B, etc.)
L'essai uniaxial selon ASTM D3148 et D2938 est réalisé sans système de mise en pression cellulaire.
L'ensemble des composants est listé dans le tableau page 179.

SYSTÈME MANUEL DE MISE EN PRESSION

■ 45-D0558

Dispositif de maintien de pression à friction réduite pour essai triaxial Hoek

Permet de maintenir une pression latérale constante dans les cellules de Hoek. Comprend une pompe manuelle reliée à un réservoir d'huile spécial, un manomètre de précision, un dispositif de maintien de pression et un flexible long. 3 m à raccord rapide 90°.

Pression de service maxi.: 70 MPa
Poids: 15 kg

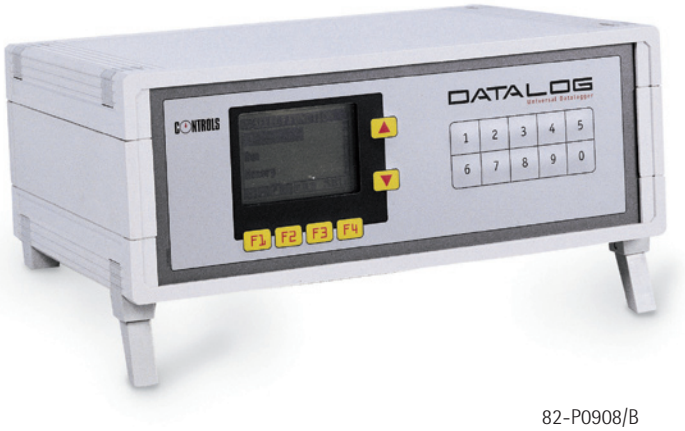
50-C5622 avec 82-P0908/B, cellule de Hoek 45-D0558 et accessoires pour essai triaxial

AFFICHAGE ET MÉMORISATION DES CONTRAINTES ET DÉFORMATIONS

■ 82-P0908/B

Datalog Unité d'acquisition automatique de données 8 voies et de conditionnement.
110-230 V, 50-60 Hz, 1 ph.

Le système est destiné à la mesure des caractéristiques de contrainte et de déformation des éprouvettes de roches. En configuration standard, 6 voies sont destinées aux mesures de déformations par jauges de contrainte et 2 voies pour charge/pression par capteurs. Livré avec câble série RS 232.



82-P0908/B

Système automatiques d'essais

Module élastique et résistance d'éprouvettes de roches soumises à essai uniaxial ou triaxial

Description générale et spécifications

Hardware
Nombre de canaux: 8
Sortie capteurs:
- Voltage 2V CC (pour chaque canal)
- Compatible pour ponts de jauge Wheatstone (4/4). Pour ¼ et ½ pont, utiliser l'accessoire 82-P0398

Entrée capteurs:
- 0-20000 microV
- impédance capteur de 100 Ohm à 10 kOhm

Résolution effective: ± 32000 divisions
Echantillonnage: ajustable jusqu'à 10/sec. par canal
Capacité mémoire: 8 Mb
Interface utilisateur: clavier à membrane et afficheur 128x240 pixel
Ports de communication: RS232 et USB pour transfert PC avec D-Terminal Controls, HYPERTERMINAL Microsoft ou équivalent
Alimentation: 110-230 V, 50-60 Hz, 1 ph.
Dimensions: 320x250x110 mm (lxpxh)
Poids: 2.5 kg.

Logiciel
- Etalonnage digital des canaux en mode linéaire, polynomial ou multicoefficient
- Modes d'enregistrement : contrôle par temps et/ou lecture dans les différents modes ci-dessus
- Mémorisation pouvant être activéc à distance
- Mémorisation indépendante pour chaque canal, configurable
- Gestion et rappel aisé des mesures mémorisées
- Possibilité de programmation d'alarme pour chaque canal
- Fonction horloge date et heure
- Sélection de la langue.

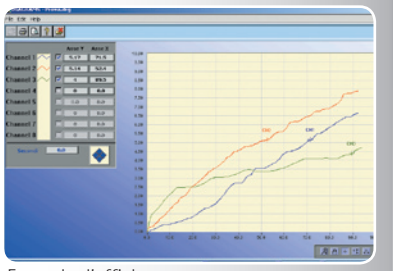
CONFIGURATION TYPE D'UN SYSTEME SEMI-AUTOMATIQUE D'ESSAI UNIAXIAL ET TRIAXIAL POUR EPROUVETTES DE ROCHES

Normes de référence : ASTM D2664, D2938, D3148, D5407
Méthode suggérée ISRM

Code	Description	Qté Uniax.	Qté Triax.
Chargement axial			
50-C5632	Machine de compression semi-automatique 3000 kN à affichage digital Digimax 3	1	1
50-C0050/CAL	Etalonnage fin pour précision classe 1 à partir de 1 % de la capacité de la presse	1	1
50-C9080	Cale d'espacement dia. 200x30 mm	1	1
50-C9082	Cale d'espacement dia. 200x50 mm	1	1
Pression cellulaire			
45-D0558	Dispositif de maintien de pression à friction réduite	/	1
45-R0023	Connecteur 3 voies	/	2
82-P0354	Capteur de pression 700 bar	/	2
Cellule de Hoek (différentes dimensions disponibles, voir page 175)			
45-D0556	Cellule triaxiale Hoek NX 54.7 mm	/	1
45-D0556/A	Paire d'appuis de répartition de charge	/	1
45-D0556/B	Cale d'espacement	/	1
45-D0556/1	Membrane caoutchouc de rechange	/	5
47-D0577/A	Extracteur d'éprouvette	/	1
47-D0577/4	Adaptateur pour éprouvette NX (pour autres dimensions, vous référer page 176)	/	1
Mesures de déformation (jauges de contrainte à choisir dans liste)			
82-P0908/B	Unité d'acquisition automatique de données 8 voies et de conditionnement	1	1
82-P0398	Dispositif de compensation de pont de Wheatstone (maxi. 4) avec ¼ ou ½ pont	1	1
82-P0399/A	Kit d'application de jauges de contrainte	1	1
82-P0390	Jauges de contrainte, grille 4.53x9.53 mm. Par 10	1	1
82-P0391	Jauges de contrainte, grille 3x20 mm. Par 10	1	1
82-P0392	Jauges de contrainte, grille 2x30 mm. Par 10	1	1
82-P0393	Jauges de contrainte, grille 1x60 mm. Par 10	1	/
82-P0070/3	Macro Excel pour analyse contrainte/déformation et module d'élasticité en essai uniaxial	1	/
82-P0070/4	Macro-Excel pour analyse contrainte/déformation et enveloppe de rupture pour essai triaxial	/	1

Accessoires

82-P0908/SOF Logiciel et câble de connexion PC



Exemple d'affichage

Spécifications :
- Affiche lectures sur écran PC en valeurs et sur diagramme (axes et échelles paramétrables)
- Réalise élaboration statistique de groupes de mesures (valeurs min. et max., moyenne, écart type)
- Mémorise mesures sous fichiers
- Gère les fichiers
- Compatible MS Windows® 98/2000/ME/XP.

Essais de classification

Résistance au fendage / Résistance à l'immersion

FENDAGE D'EPROUVETTES -TRACTION INDIRECTE

NORME
ASTM D3967

Introduction

Cette méthode d'essai a été développée pour mesurer la résistance à la traction d'éprouvettes de roches par compression diamétrale d'un disque. La résistance au fendage est calculée comme suit :

$$\sigma_t = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{P}{L \cdot D}$$

où :
P force maxi. de compression
L, D épaisseur et diamètre du disque

L'éprouvette sera un disque de rapport épaisseur/diamètre (L/D) entre 0.2 et 0.75. Le diamètre de l'éprouvette sera au minimum 10 fois plus grand que le grain minéral prépondérant. Un diamètre de 54 mm (NX) conviendra généralement. Nous proposons, en accessoire, à un bâti de compression adéquat, notre dispositif 50-C9032. La valeur moyenne de charge nécessaire au fendage de roches se situant entre 3 et 14 Mpa, un bâti de 50kN de capacité sera adapté. Une presse telle que notre modèle 70-T0108/E presse universelle digitale, pouvant travailler en contrôle de charge ou de déplacement pourra convenir.
Notre Service Commercial se tient à votre disposition pour toute information complémentaire.

■ 50-C9032

Dispositif de compression/fendage pour éprouvette de roche dia. 54 mm.
Cet appareil convient au fendage de disques de roche dia. 54 mm. Plateaux dia. 75 mm. Hauteur totale 188 mm.

Poids: 8 kg

70-T0108/E équipée avec dispositif de compression/ fendage 50-C9032 et disque de roche

ESSAIS DE CLASSIFICATION – INDICE DE RÉSISTANCE À L'IMMERSION

NORME
ASTM D4644

■ 45-D0546

Appareil d'essai de résistance à l'immersion.
230 V, 50 Hz, 1 ph.

■ 45-D0546/Z

Idem que ci-dessus, mais 110 V, 60 Hz, 1 ph.

■ 45-D0546/Y

Idem que ci-dessus, mais 220 V, 60 Hz, 1 ph.

Description générale et spécifications

Cette méthode d'essai a été développée pour apprécier la détérioration de roches soumises à l'immersion dans l'eau durant un certain temps. L'appareil consiste en un bloc moteur monté sur un châssis, capable d'entraîner deux ou quatre tambours à une vitesse de 20 tr/min. Les réservoirs sont remplis d'eau à une hauteur de 20 mm sous l'axe des tambours. Ces derniers sont fabriqués en tissu métallique d'ouverture de maille 2 mm, de diamètre 140 mm x longueur 100 mm.

Poids: 15 kg

Accessoires

◤ **45-D0546/1** Paire de tambours avec accouplements et réservoirs

45-D0546

Perméabilité des roches

Générateur de pression constante

PERMEABILITE DES ROCHES
A CHARGE CONSTANTE

Introduction

Cet essai est destiné à la mesure du débit d'eau traversant une éprouvette de roche contenue dans une cellule de Hoek et sujette à une autre pression de confinement. La pression est appliquée à l'éprouvette par un générateur de pression constante et l'eau traversant l'éprouvette est collectée dans une burette. Une paire d'embouts est également nécessaire pour montage sur la cellule de Hoek.

GENERATEUR DE PRESSION CONSTANTE

■ **28-WF4312**

Générateur de pression huile/eau pour pression maxi. 3500 kPa.
230 V, 50 Hz, 1 ph.

Description générale et spécifications

Cet appareil permet la production et le réglage précis d'une pression constante et est utilisé en conjonction avec une cellule de Hoek équipée des embouts pour l'évaluation de la perméabilité des roches à des pressions de confinement élevées.
Il comprend : une pompe hydraulique motorisée ; un ensemble piston/ressort , un manomètre de précision 0-3500 kPa , un réservoir échangeur huile/eau , des vannes, 2 kg d'huile haute viscosité.

Gamme de pression: 0-3500 kPa
Dimensions: 310x300x390 mm
Poids: 16 kg

Accessoires

◤ **28-WF4191**
Flexible de connexion à une cellule Hoek

◤ **28-WF4302/1**
Huile haute viscosité. Bidon de 5 l

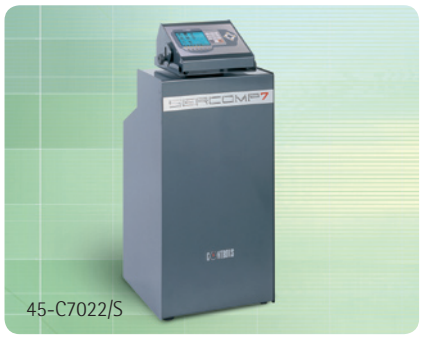
28-WF4312 avec cellule de Hoek, embouts de perméabilité, burette, statif et noix

Configuration type d'un ensemble d'essai de perméabilité de roches

◤ Code	Description	Qté
Perméabilité des roches avec cellule de Hoek		
28-WF4312	Générateur de pression huile/eau pour pression maxi. 3500 kPa. 230 V, 50 Hz, 1 ph.	1
28-WF0490	Tube nylon dia. 6x4 mm, rouleau de 20 m	1
45-D0556(1)	Cellule de Hoek type NX	1
45-D0556/3(1)	Embout de perméabilité pour cellule triaxiale de Hoek type NX 45-D0556. Jeu de deux	1
86-D1160(1)	Burette en verrre graduée 25 mlx0.1 ml	1
86-D1445	Statif 200x130 mm avec tige dia. 10 mm long. 500 mm	1
86-D1451	Noix double métal/verre	1
45-D0558(2)	Dispositif de maintien de pression à friction réduite ou	1
45-C7022/S(2)	Console de contrôle automatique de mise en pression constante pour cellule triaxiale de Hoek. 230 V, 50 Hz, 1 ph. (variante à 45-D0558, pour essais de longue durée)	1

(1) Ou autres dimensions (2) Normalement requis/disponible pour essai triaxial (voir pages 193 et 196)

45-D0558



45-C7022/S

EMBOUTS DE PERMEABILITE

◤ **45-D0553/3**
Embouts de perméabilité AX

◤ **45-D0554/3**
Embouts de perméabilité 1.5"

◤ **45-D0555/3**
Embouts de perméabilité BX

◤ **45-D0556/3**
Embouts de perméabilité NX

BURETTE ET ACCESSOIRES

◤ **86-D1160**
Burette en verre graduée 25 ml x 0.1 ml

◤ **86-D1445**
Statif 200x130 mm avec tige

◤ **86-D1451**
Noix double métal/verre

CELLULES DE HOEK (VOIR PAGE 175)

Comportement des joints

COMPORTEMENT DES JOINTS

Un autre secteur important de la mécanique des roches est celui de l'étude des discontinuités des roches massives, où les résistances à la compression ou au cisaillement sont moindres.
Le comportement des joints nécessite une attention particulière : ils sont issus de failles géologiques, rupture de la continuité de masse, etc.
Du point de vue de la mécanique des roches, ces discontinuités sont caractérisées par une résistance plus faible que celle du bloc d'origine et nécessitent une étude détaillée.

RÉSISTANCE DES JOINTS

Conventionnellement déterminée avec le scléromètre Schmidt (modèle L). Une série de 10 mesures est effectuée sur le joint et la nouvelle surface de rupture. On rejette les 5 valeurs les plus faibles et la résistance à la compression est calculée en faisant la moyenne des 5 autres valeurs. Ce paramètre exprimé en Mpa est communément appelé JCS (Joint Wall Compressive Strength).

ETAT DE SURFACE D'UN JOINT

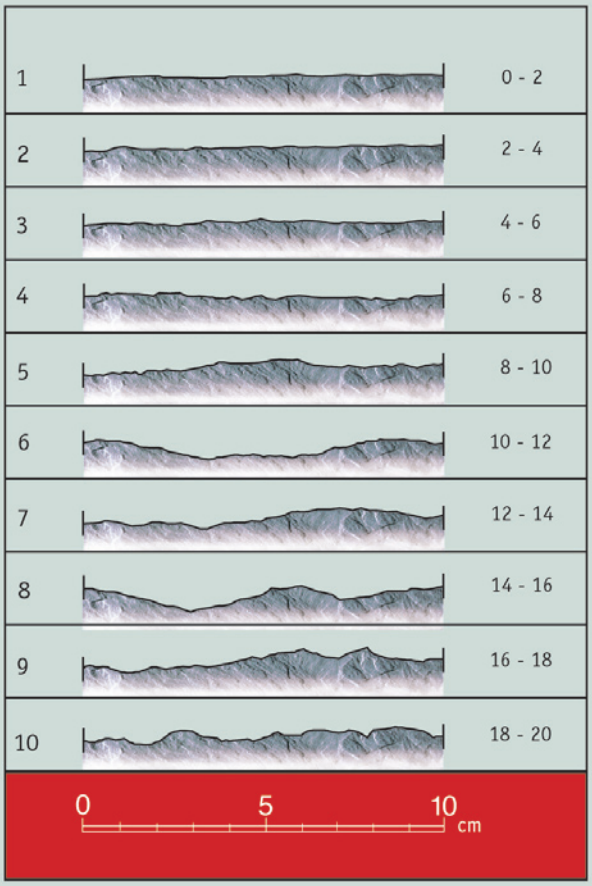
Ce paramètre est déterminé à l'aide d'un conformateur de profil type Barton (modèle 45-D0556) utilisé pour reproduire la surface du joint. La courbe obtenue est comparée à des échelles proposées par Barton correspondant à une classification JRC allant de 0 à 20 (JRC = Joint Roughness Coefficient).

ESSAI D'INCLINAISON (TILT TEST)

Il s'agit d'une méthode empirique d'évaluation de l'indice JRC avec le "Tilt test" (modèle 45-B0096). L'appareil consiste principalement en un plan horizontal sur lequel sont placées les 2 parties d'éprouvette avec joint. Le plan est ensuite incliné jusqu'à observation d'un mouvement relatif de la partie supérieure par rapport à la partie inférieure de l'éprouvette.

L'équipement comporte un rebord empêchant le mouvement de la partie inférieure et un rapporteur d'angle. L'angle d'inclinaison à mesurer peut être transformé en indice JRC selon la formule suivante :

Echelle d'états de surface



$$JRC = \frac{\alpha - \varphi_r}{\text{Log } (JCS/\sigma)}$$

φ_r angle de frottement résiduel (obtenu par essai de cisaillement direct)
σ pression normale exercée sur le joint, générée par le poids de la partie supérieure de l'éprouvette
JCS résistance du joint (mesurée au scléromètre Schmidt)

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT D'UN JOINT

Obtenu par un essai de cisaillement direct. La résistance maxi d'un joint rugueux est calculée par la formule suivante (Barton, 1973) :

$$\tau = \sigma \cdot \text{tg } (\varphi + i_{eff})$$

avec

$$i_{eff} = JRC \cdot \log \frac{JCS}{\sigma}$$

En conséquence, l'essai de cisaillement est réalisé :
- sur un joint lisse pour obtenir l'angle de frottement ϕ
- sur un joint rugueux pour calculer ϕ à partir de JCS et JRC.

Dès lors, il est intéressant de noter que lorsque la pression normale ϕ est égale à JCS (résistance à la compression du joint), i_{eff} devient 0. L'explication réside dans le fait que lorsque le joint est fracturé pour la pression normale, la résistance au cisaillement de la roche dépend seulement de l'angle de frottement ϕ et non de l'état de surface du joint.
Pour la mesure de la résistance résiduelle au cisaillement, on utilise également l'essai de cisaillement direct. L'expression mathématique représentant le comportement du cisaillement résiduel est l'enveloppe de rupture linéaire de Coulomb sans cohésion :

$$\tau = \sigma \cdot \text{tg } \varphi_r$$

Comportement des joints

Mesure de la résistance au cisaillement
Etat de surface. Conformateurs de profil / Tilt test

MESURE DE LA RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT

NORMES ASTM D5607 (1)
ISRM: Méthode suggérée pour la détermination de la résistance au cisaillement (1974)

(1) Pour réalisation de l'essai selon ASTM, 4 comparateurs de mesure du déplacement vertical sont requis. Voir accessoires 45-D0548/10

■ 45-D0548

Appareil manuel de cisaillement pour roches.

Description générale et spécifications

Cet appareil a été développé à l'origine au Collège Impérial de Londres par le professeur E. Hoek. C'est une méthode simple et pratique pour déterminer la résistance et la stabilité des roches aussi bien sur site qu'en laboratoire. L'appareil consiste en une boîte de cisaillement conçue pour recevoir des éprouvettes de roches jusqu'à 115x125 mm ou des carottes d'un diamètre maxi. 102 mm. La boîte est réalisée en deux parties : la partie supérieure est fixée à deux vérins, pour permettre un cisaillement réversible et la partie inférieure à un vérin pour une application de charge verticale. Les charges sont lues sur des manomètres du type Bourdon. Le dispositif de chargement vertical est équipé d'un système de maintien de pression absorbant les variations de volume de l'éprouvette durant le cisaillement et maintenant une force verticale constante. L'appareil est livré avec deux pompes manuelles 50 kN équipées de manomètres et deux moules utilisés pour assurer une mise en place correcte par cimentation de l'éprouvette avant l'essai.

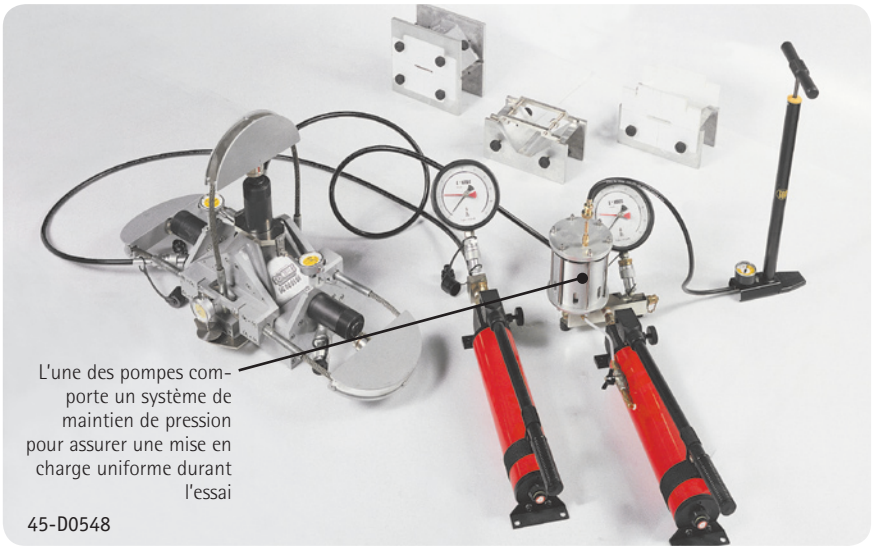
Gamme manomètre: 50 kN x 1 kN
Dimensions: 460x250x600 mm
Poids: 45 kg

Accessoires

- **45-D0548/9** Ciment alumine pour mise en place de l'éprouvette dans la boîte de cisaillement. Sac de 50 kg
- **82-D1257** Comparateur 30x0.01 mm pour déplacement horizontal
- **45-D0548/10** Jeu de 4 comparateurs 10x0.002 mm avec fixation

Pièces de rechange

- **45-D0548/8** Moule
- **45-D0548/1** Manomètre, échelle 0-50 kN x 1 kN



L'une des pompes comporte un système de maintien de pression pour assurer une mise en charge uniforme durant l'essai

45-D0548

Détail de l'appareil de cisaillement pourvu de l'accessoire 45-D0548/10 pour réalisation de l'essai conformément à la norme ASTM D5607

ETAT DE SURFACE. CONFORMATEURS DE PROFIL

Destinés au relevé du profil de surface d'échantillons rocheux

■ 45-D0566

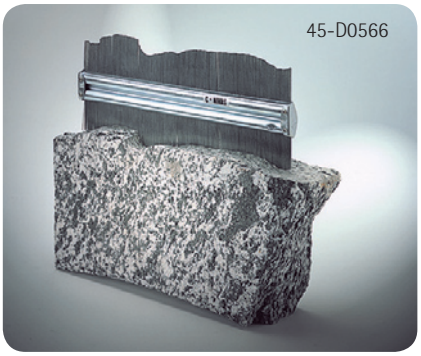
Conformateur de profil type Barton longueur 300 mm

Poids: 1 kg

■ 45-D0566/A

Conformateur de profil type Barton longueur 150 mm

Poids: 0.5 kg



45-D0566

ESSAI D'INCLINAISON (TILT TEST)

■ 45-B0096

Appareil de mesure du coefficient de rugosité (Tilt test)

45-B0096

Description générale et spécifications

Permet de calculer l'indice JRC d'une roche ou d'un joint. L'équipement consiste en un plan inclinable sur lequel est placée l'éprouvette de roche (dia. 100 mm maxi.) séparée au niveau de la jointure. Ce plan est ensuite incliné afin de faire glisser la partie supérieure par rapport à la partie inférieure. L'angle d'inclinaison alors mesuré permet d'évaluer l'indice de rugosité.

Angle d'inclinaison: 0-50°
Encombrement: 265x170x260 mm
Poids: 4 kg

Essais de classification

Indice de résistance / Résistance à la compression

INDICE DE RESISTANCE

NORMES
Méthode suggérée ISRM, ASTM D5371

■ 45-D0550/E

Appareil digital de détermination de l'indice de résistance des roches

Description générale et spécifications

L'appareil comprend un bâti de 60 kN et un vérin hydraulique à pompe manuelle. Le bâti ajustable, peut recevoir des carottes d'un diamètre jusqu'à 102 mm. Une graduation appropriée, sur le bâti, permet la lecture directe de la distance D entre les pointes coniques avant et après l'essai. La mesure de la force appliquée est réalisée au moyen d'un capteur de pression relié à un afficheur digital d'une grande précision et particulièrement robuste. Equipé en option des plateaux 45-D0550/D5, l'appareil pourra être utilisé pour des essais de compression sur petites carottes ou éprouvettes cylindriques. L'appareil est livré dans une mallette de transport en plastique.

Gamme: 0-60 kN
Affichage: 2x16 caractères
Résolution: 32.000 div.
Equipé d'un cadencemètre
Mesure en kN et MPa
Port série pour connexion PC
Précision: ± 1%
Dimensions de la mallette:
800x500x280 mm
Poids: 15 kg

Accessoires

- **45-D0550/D5** Jeu de plateaux inférieur et supérieur dia. 52 mm avec rotule sphérique pour essais de compression
- **45-D1717** Lunettes de sécurité

Pièces de rechange

- **45-D0550/A7** Jeu de pointes coniques trempées
- **45-D0550/A8** Jeu de joints pour vérin et pompe

45-D0550/E

- Ensemble portable léger
- Eprouvettes jusqu'à dia. 102 mm
- Accepte des échantillons de forme irrégulière
- Afficheur digital haute résolution alimenté par batterie
- Particulièrement robuste
- Equipé port série pour PC

RÉSISTANCE À LA COMPRESSION

NORMES:
Méthode suggérée ISRM, ASTM D5873

■ 45-D0561

Scléromètre de classification des roches (modèle à énergie de frappe réduite)

Description générale et spécifications

Permet la mesure de l'indice sclérométrique de carottes de roche et d'échantillons. L'instrument est simple, pratique et similaire au modèle utilisé pour le béton. L'énergie de frappe n'est que de 0.74 Nm. Les carottes sont positionnées horizontalement et l'indice sclérométrique est déterminé en faisant la moyenne de plusieurs mesures effectuées perpendiculairement à leur axe longitudinal. Fourni dans un étui de transport.

Dimensions de l'étui:
dia. 78 mm x 335 mm

Accessoire

■ 45-D0562/A Support de carotte ASTM.

Modèle universel pour éprouvettes cylindriques EX à NX (dia. 21.46 à 54.74 mm) et même supérieur.
L'appareil comporte un guide vertical du scléromètre relié à une base en acier de masse conforme à la norme ASTM D5873 et un support aimanté en "V".

Dimensions:
dia. 220 mm x hauteur 420 mm
Poids: 27 kg

■ 58-C0184

Enclume d'étalonnage

NORMES
EN 12504-2
ASTM C805, D5873

Pour étalonnage des scléromètres pour béton (58-C0181/N) et pour roches (45-D0561). En alliage spécial, livré avec certificat. Permet un suivi périodique du bon fonctionnement du scléromètre pour roches.

Dimensions:
dia. 150 mm x hauteur 230 mm
Poids: 16 kg

45-D0561
avec 45-D0562/A